

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08335895 A**

(43) Date of publication of application: **17 . 12 . 96**

(51) Int. Cl.

H04B 3/06
H03H 21/00
H04L 27/01

(21) Application number: **07142886**

(22) Date of filing: **09 . 06 . 95**

(71) Applicant: **HITACHI LTD HITACHI VIDEO IND
INF SYST INC**

(72) Inventor: **AKIYAMA MORIYOSHI
SUZUKI SUNAO
SHIROSUGI TAKATOSHI
NODA TSUTOMU**

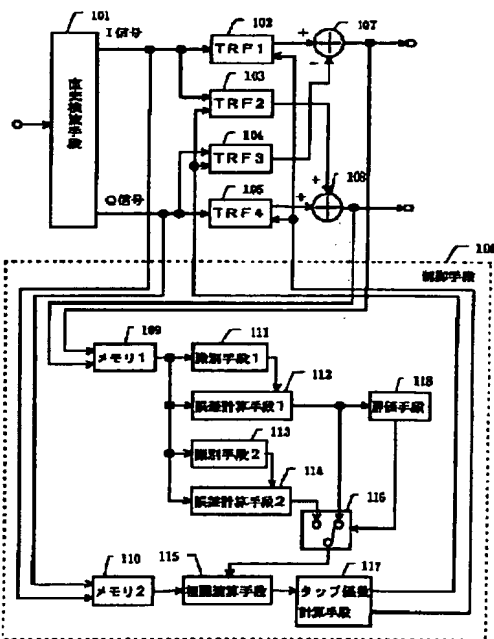
**(54) WAVEFORM EQUALIZATION METHOD FOR QAM
DEMODULATOR**

(57) Abstract:

PURPOSE: To simplify the waveform equalization independent of the extent of distortion by switching algorithms in a constitution using a simple evaluation function with respect to waveform equalization in a QAM demodulator.

CONSTITUTION: An orthogonal detection means 101 demodulates an input signal into an I signal and a Q signal. TRFs 102 to 105 take the I signal and the Q signal as the inputs to generate distortion eliminating signals. Adders 107 and 108 output the I signal and the Q signal where distortion is eliminated by addition or subtraction of outputs of TRFs 102 to 105. A control means 106 takes the output of the orthogonal demodulator 101 and outputs of adders 107 and 108 as the input to evaluate a maximum value of the absolute value or the sum total of error at that time and switches plural algorithms in accordance with the evaluation result to obtain the tap coefficients to be given to TRFs 102 to 105.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-335895

(43) 公開日 平成8年(1996)12月17日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 B 3/06			H 0 4 B 3/06	E
H 0 3 H 21/00		8842-5 J	H 0 3 H 21/00	
H 0 4 L 27/01			H 0 4 L 27/00	K

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平7-142886

(22) 出願日 平成7年(1995)6月9日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 000233136

株式会社日立画像情報システム

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地

(72) 発明者 秋山 守慶

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式会社日立製作所マルチメディアシステム開発本部内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

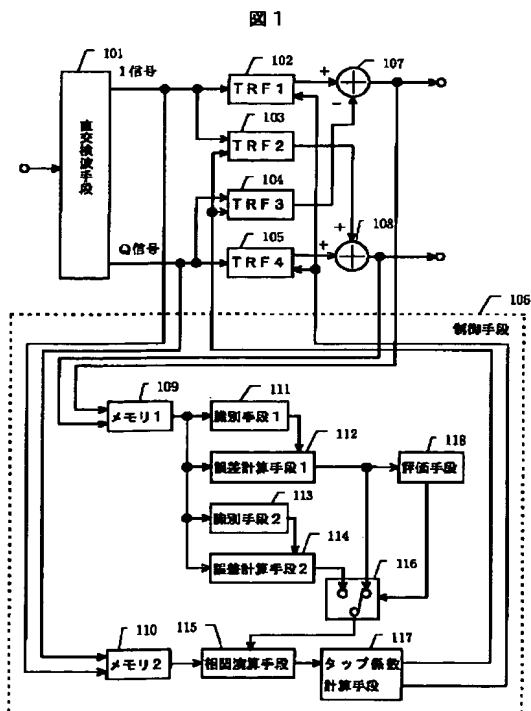
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 QAM復調器における波形等化方法

(57) 【要約】

【目的】 QAM復調器での波形等化において、簡単な評価関数を用いた構成でアルゴリズムの切換を行えるようにし、歪みの大きさによらずに波形等化を簡単に行えるようにすることを目的とする。

【構成】 直交検波手段101は、入力信号をI信号とQ信号に復調する。TRF102～105は、前記I信号と前記Q信号を入力し歪みを除去する信号を生成する。加算器107、108は、TRF102～105の出力を加算または減算し、歪みを除去したI信号とQ信号を出力する。制御手段106は、直交復調器101の出力と加算器107、108の出力を入力し、その時点の誤差の絶対値の最大値または総和を評価し、その結果から複数のアルゴリズムを切換えてTRF102～105へ与えるタップ係数を求める。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 2つの直交する搬送波によって変調されたI信号とQ信号を合成した伝送信号から、前記I信号とQ信号を再生する直交復調器において、

前記伝送信号を入力しI信号とQ信号を出力する直交検波手段と、前記直交検波手段の出力するI信号を入力し自分自信の遅延波による歪みを除去するトランスバーサルフィルタ1と、Q信号を入力し自分自信の遅延波による歪みを除去するトランスバーサルフィルタ2と、I信号からQ信号へのクロストークを除去する信号を生成するトランスバーサルフィルタ3と、Q信号からI信号へのクロストークを除去する信号を生成するトランスバーサルフィルタ4と、前記トランスバーサルフィルタ1の出力から前記トランスバーサルフィルタ3の出力を減算しクロストークを除去したI信号を出力する第1の加算器と、前記トランスバーサルフィルタ2、4の出力を加算しクロストークを除去したQ信号を出力する第2の加算器と、前記第1、第2の加算器の出力と前記直交検波手段の出力を入力して、前記トランスバーサルフィルタ1～4を制御する制御手段を具備し、

前記制御手段は、前記直交検波手段の出力を保持するメモリ1と、前記第1、第2の加算器の出力を保持するメモリ2と、前記メモリ1の出力を識別する識別手段1と、前記メモリ1の出力と前記識別手段1の出力の差を計算する誤差計算手段1と、前記識別手段1とは異なる識別を行う識別手段2と、前記メモリ1の出力と前記識別手段2の出力の差を計算する誤差計算手段2と、前記誤差計算手段1と前記誤差計算手段2の出力を切換えて出力する切換器と、前記誤差計算手段1の出力を入力し評価して前記切換器の出力を切換える評価手段と、メモリ2に保持されたデータと前記切換器の出力を入力し相関演算を行う相関演算手段と、前記相関演算手段の出力から前記トランスバーサルフィルタ1～4へ与える制御データを計算するタップ係数計算手段とを備え、

前記評価手段は、入力データを絶対値に変換する絶対値変換手段と、前記絶対値変換手段の出力するデータの大きさを比較する比較手段と、前記比較手段の出力を保持する記憶手段と、前記記憶手段の保持するデータから前記切換器の出力を切換える制御信号を出力する条件判断手段を備え、誤差の絶対値の最大値を評価関数としてアルゴリズムを切換えることを特徴とするQAM復調器における波形等化方法。

【請求項2】 2つの直交する搬送波によって変調されたI信号とQ信号を合成した伝送信号から、前記I信号とQ信号を再生する直交復調器において、

前記伝送信号を入力しI信号とQ信号を出力する直交検波手段と、前記直交検波手段の出力するI信号を入力し自分自信の遅延波による歪みを除去するトランスバーサルフィルタ1と、Q信号を入力し自分自信の遅延波による歪みを除去するトランスバーサルフィルタ2と、I信

2

号からQ信号へのクロストークを除去する信号を生成するトランスバーサルフィルタ3と、Q信号からI信号へのクロストークを除去する信号を生成するトランスバーサルフィルタ4と、前記トランスバーサルフィルタ1の出力から前記トランスバーサルフィルタ3の出力を減算しクロストークを除去したI信号を出力する第1の加算器と、前記トランスバーサルフィルタ2、4の出力を加算しクロストークを除去したQ信号を出力する第2の加算器と、前記第1、第2の加算器の出力と前記直交検波手段の出力を入力して、前記トランスバーサルフィルタ1～4を制御する制御手段を具備し、

前記制御手段は、前記直交検波手段の出力を保持するメモリ1と、前記第1、第2の加算器の出力を保持するメモリ2と、前記メモリ1の出力を識別する識別手段1と、前記メモリ1の出力と前記識別手段1の出力の差を計算する誤差計算手段1と、前記識別手段1とは異なる識別を行う識別手段2と、前記メモリ1の出力と前記識別手段2の出力の差を計算する誤差計算手段2と、前記誤差計算手段1と前記誤差計算手段2の出力を切換えて出力する切換器と、前記誤差計算手段1の出力を入力し評価して前記切換器の出力を切換える評価手段と、メモリ2に保持されたデータと前記切換器の出力を入力し相関演算を行う相関演算手段と、前記相関演算手段の出力から前記トランスバーサルフィルタ1～4へ与える制御データを計算するタップ係数計算手段とを備え、

前記評価手段は、入力データを絶対値に変換する絶対値変換手段と、前記絶対値変換手段の出力するデータを一定の個数だけ加算する第3の加算器と、前記第3の加算器の出力を記憶する記憶手段と、前記記憶手段に保持するデータから前記切換器の出力を切換える制御信号を出力する条件判断手段を備え、誤差の絶対値の総和を評価関数としてアルゴリズムを切換えることを特徴とするQAM復調器における波形等化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、ディジタルCATV、ディジタル放送、ディジタル通信等のQAM復調器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 QAM復調器等のディジタル復調器において、基準信号を使用しない波形等化手法として、数種類のブラインド等化アルゴリズムが知られている。しかし、16値QAMや64値QAMというように多値化すると、社団法人テレビジョン学会発行1994年テレビジョン学会年次大会講演予稿集の第251頁から第252頁の15-11「階層的なブラインド等化アルゴリズム」において論じられているように、大きな歪みに対応するアルゴリズムは、波形等化後の歪みの残留量が大きく、残留量が小さくなるアルゴリズムは、大きな歪みに対応できない。このため、歪みが大きい場合には、複数

のアルゴリズムを組合わせて使用する必要がある。

【 0 0 0 3 】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の波形等化装置では、アルゴリズムを切換えるために以下のような複雑な評価関数を計算しなければならなかった。また、使用するアルゴリズム毎に評価関数が異なり、アルゴリズムの組合せを変更すると、切換に使用する評価関数も変更する必要があるがあった。

【 0 0 0 4 】

評価関数	アルゴリズム
------	--------

【 0 0 0 5 】

【数 1】

$$J = E [(\| y \|^2 - R^2)^2] \quad \text{CMA}$$

【 0 0 0 6 】

【数2】

$$J = E \left[(|y|^2 - R_n^2)^2 \right] \quad \text{DAMA}$$

【 0 0 0 7 】

【数 3】

$$J = E [(y - b)^2] \quad \text{RCA}$$

【 0 0 0 8 】

【数4】

$$J = E [(y - a')^2] \quad DD$$

J : 評価関数

y : 直交検波手段の出力

R 、 R_n 、 b 、 a' ：基準値

E : 平均

CMA : Constant Modulus Algorithm

DAMA: Decision Adjusted Modulus Algorithm

RCA : Reduced Constellation
n Algorithm

DD : Decision Directed Algorithm

本発明の目的は、上記問題点を解決し、複雑な計算を必要としない単純な構成で、大きな歪みから小さな歪みまで除去することが出来る波形等化方法を提供することにある。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】上記目的は、変調信号を直交検波する直交検波手段と、前記直交検波手段の出力から歪みを除去するトランスバーサルフィルタと、前記トランスバーサルフィルタの出力を加算または、減算する加算器と、前記直交検波手段の出力を入力し保持するメモリ１と、前記メモリ１の出力を入力し識別して出力する識別手段１と、前記識別手段１とは別の識別を行う識別手段２と、前記識別手段１の出力と前記メモリ１の出力を入力し誤差を出力する誤差計算手段１と、前記識別手段２の出力と前記メモリ１の出力を入力し誤差を計算する誤差計算手段２と、前記誤差計算手段１と前記誤差

差計算手段 2 の出力を切換えて出力する切換器と、前記加算器の出力を入力するメモリ 2 と、前記メモリ 2 の出力と前記切換器の出力を入力する相関演算手段と、前記相関演算手段の出力を入力し前記トランスバーサルフィルタに与えるタップ係数を計算するタップ係数計算手段と、前記誤差計算手段 1 の出力を入力し、誤差の絶対値の最大値または、総和を評価関数として、前記切換器を制御する評価手段を備えることにより達成できる。

【 0 0 1 0 】

10 【作用】前記直交検波手段は、直交振幅変調された信号を入力し、直交検波して出力する。前記トランスバーサルフィルタは、前記直交検波手段の出力を入力し、歪みを除去する信号を生成する。前記加算器は前記トランスバーサルフィルタの出力を加算あるいは減算し、歪みを除去する。前記メモリ 1 は、前記直交検波手段の出力を保持する。前記識別手段 1 は、前記メモリ 1 に保持するデータを送信データの多値数にあわせて識別する。前記誤差計算手段 1 は、前記メモリ 1 の出力と前記識別手段 1 の出力の差を計算する。前記識別手段 2 は、前記メモリ 1 の出力を入力し正のデータか負のデータかを識別する。前記誤差計算手段 2 は、前記メモリ 1 の出力と前記識別手段 2 の出力の差を計算する。前記切換器は、前記誤差計算手段 1 の出力と前記誤差計算手段 2 の出力を切換えて出力する。前記メモリ 2 は、前記加算器の出力を保持する。前記相関演算手段は、前記メモリ 2 の保持するデータと前記切換器の出力の相関演算を行う。前記タップ係数計算手段は、前記相関演算手段の出力を入力し前記トランスバーサルフィルタに与えるタップ係数を計算して出力する。前記評価手段は、前記誤差計算手段 1 の出力を入力し、誤差の総和または、最大値を求めて一定の条件を満たした場合に切換器の出力を、前記誤差計算手段 2 の出力から前記誤差計算手段 1 の出力に切換えることでアルゴリズムの切換を行う。

20

30

【 0 0 1 1 】

【実施例】図1に、本発明の全体の実施例を示す。101は直交検波手段、102～105はトランスバーサルフィルタ（以下TRFと略す）、106は制御手段、107、108は、加算器、109、110はメモリ、111、113は識別手段、112、114は誤差計算手段、115は相関演算手段、116は切換器、117はタップ係数計算手段、118は評価手段である。

【0012】直交検波手段(101)は、直交振幅変調された信号を入力し、直交検波した2系統の信号を出力する。直交検波手段(101)の一方の出力をI信号、もう一方の出力をQ信号とする。

【0013】TRF1(102)は、I信号に含まれるI信号の遅延信号を除去して出力する。TRF2(103)は、Q信号に含まれるI信号のクロストーク成分を除去する信号を生成して出力する。TRF3(104)は、I信号に含まれるQ信号のクロストーク成分を除去

する信号を生成して出力する。TRF4(105)は、Q信号に含まれるQ信号の遅延信号を除去して出力する。

【0014】加算器(107)は、TRF1(102)の出力からTRF3(104)の出力を減算し歪みの無いI信号を出力する。加算器(108)は、TRF2(103)とTRF4(105)の出力を加算し歪みの無いQ信号を出力する。

【0015】制御手段(106)は、直交検波手段(101)の出力と、加算器(107、108)の出力を入力し、TRF1~4(102~105)を制御する。

【0016】次に、制御手段106の内部を説明する。

【0017】メモリ1(109)は、加算器(107、108)の出力を入力し保持する。メモリ2(110)は直交検波手段(101)の出力を入力し保持する。識別手段1(111)はメモリ1(109)の出力を入力し、16値QAMならば4値に、64値QAMならば8値というように変調方式の多値数にあわせて識別した値を出力する。誤差計算手段1(112)はメモリ1(109)の出力と識別手段1(111)の出力の差を計算して出力する。

【0018】識別手段2(113)はメモリ1(109)の出力を入力し、正か負かを識別して、正の場合は正の基準値を、負の場合には負の基準値を出力する。誤差計算手段2(114)はメモリ1(109)の出力と識別手段2(113)の出力の差を計算して出力する。

【0019】切換器(116)は誤差計算手段1(112)と誤差計算手段2(114)の出力を入力し、評価手段(118)に制御されて、どちらか一方の出力を出力する。評価手段(118)は、誤差計算手段1(112)の出力を入力し、誤差の絶対値の最大値または総和を評価関数として求め、切換器(116)の出力を誤差計算手段1(112)の出力にするか、誤差計算手段2(114)の出力にするかを判定し、切換器(116)を制御する。

【0020】相関演算手段(115)は、メモリ2(110)の出力と切換器(116)の出力の相関演算を行い、その結果を出力する。タップ係数計算手段(117)は、相関演算手段(115)の出力を入力し、TRF1~4(102~105)へ与えるタップ係数を計算して出力する。タップ係数の計算は、以下の式のように行う。右辺第2項は、相関演算手段(115)の演算結果に帰還定数 α を乗じたものである。

【0021】

【数5】 $\text{tap}(i, n) = \text{tap}(i, n-1) - \alpha \cdot \sum e(k) \cdot x(k-i)$

$\text{tap}(i, n)$: i 番目のタップの n 回目のタップ係数

$e(k)$: 切換器(116)の出力する k 番目の誤差データ

$x(k-i)$: メモリ2(110)に保持する $k-i$ 番目のデータ

α : 帰還定数

以上により、歪みの大きさに応じた簡単な評価関数によって、波形等化アルゴリズムを切換えることができる。

【0022】図2は、評価手段(118)の構成例を示すブロック図である。201は絶対値変換手段、202は比較手段、203は記憶手段、204は条件判断手段である。評価関数は、次式に示すように誤差の絶対値の最大値を使用する。

【0023】

【数6】 $J = \max(|e(k)|)$

絶対値変換手段(201)は、誤差計算手段1(112)の出力を入力し、絶対値に変換して出力する。比較手段(202)は、絶対値変換手段(201)の出力を入力し、記憶手段(203)の出力と比較して大きいほうのデータを出力する。記憶手段(203)は、比較手段(202)の出力を保持する。条件判断手段(204)は、記憶手段(203)の保持するデータを評価関数として入力し、一定の範囲内にある場合には、切換器(116)から誤差計算手段2の出力を出力し、その範囲よりも小さな値に減少した場合に切換器(116)の出力を誤差計算手段1(112)の出力に切換える。

【0024】以上により、評価関数を単純な比較計算だけで求めることができ、簡単な構成でアルゴリズムの切換を行うことができる。

【0025】図3は、評価手段(118)の図2とは別の構成例を示すブロック図である。301は絶対値変換手段、302は加算器、303は記憶手段、304は条件判断手段である。評価関数は、次式に示すように誤差の絶対値の総和を使用する。

【0026】

【数7】 $J = \sum |e(k)|$

絶対値変換手段(301)は誤差計算手段1(112)の出力を入力し、絶対値に変換して出力する。加算器(302)は、絶対値変換手段(301)の出力を入力し、記憶手段(303)の出力と加算してその結果を出力する。記憶手段(303)は、加算器(302)の出力を保持する。条件判断手段(304)は、記憶手段(303)の保持するデータを評価関数として入力し、評価関数が一定の範囲内にある場合には、切換器(116)から誤差計算手段2の出力を出力し、その範囲よりも小さな値に減少した場合に、切換器(116)の出力を誤差計算手段2(114)の出力から誤差計算手段1(112)の出力に切換える。

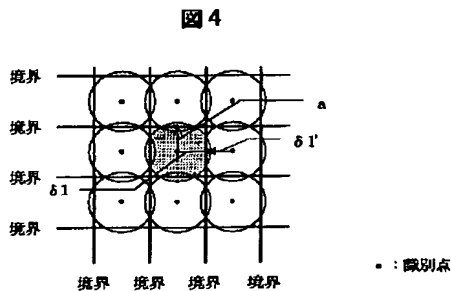
【0027】この構成例では、多数のデータを平均化して評価関数を求めるため、図2の構成例よりも雑音の影響を小さくすることができ、雑音が多い場合にも使用できる。

【0028】図4、図5に図2、図3の原理を説明する

ための信号点配置図の一部を示し、図6に64値QAMの場合の実際の誤差の絶対値の最大値に対する検出した誤差の絶対値の総和を示す。図4は、歪みの大きな場合で図6のx点より右側の部分に対応し、図5は、歪みの小さい場合で図6のx点より左側の部分に対応する。円の中心が識別点で、その周囲の広がり歪みや雑音による誤差である。使用するアルゴリズムは、図4の状態と、図5の状態で切替える。誤差は、識別値との差から求めるため、歪みは、どんなに大きくとも隣の識別点との境界までしか誤差としては検出できない。このため、最大の誤差はaより大きくはならない。また、図4のように境界を越えるような大きな誤差が存在する場合には、検出する誤差は、 $\delta 1$ ではなく $\delta 1'$ となる。そこで、実際の誤差に対して検出した誤差の絶対値の総和をとると、図6に示すように単調に増加せずに一定の範囲内に収まる。このため、歪みがある程度減少するまで、検出した誤差の絶対値の総和と、最大値は、一定の範囲内に収まる。図5の状態まで誤差が減少すると、誤差の大きさに比例して、誤差の絶対値の総和と最大値も減少する。そこで、検出した誤差の絶対値の総和または最大値が、この範囲よりも減少した時点でアルゴリズムを切替えることで、最適な波形等化を行うことができる。

【0029】図7に、制御手段(106)をソフトウェアで実現する場合の、処理の流れを示すフローチャートを示す。初期設定の後、必要なデータを取り込む。そのデータを用いて誤差計算手段1での計算に対応する誤差計算1を行う。その結果から評価関数を計算し、一定値以下の場合には歪みが少ないと判断し、誤差計算1を使用してタップ係数を計算する。評価関数が一定値以上の場合には、歪みが大きいと判断し、誤差計算手段2での計算に対応する誤差計算2を行い、その結果を使用して、タップ係数を計算する。その後、誤差計算1の結果を使用して、誤差の絶対値の最大値または、総和を評価関数として計算し、評価関数が一定値以下になるまで繰*

【図4】



＊り返す。評価関数が一定値以下になった時点で、誤差計算1の誤差計算結果を使用して、タップ係数計算を行う。この場合、従来の波形等化装置のソフトウェアを入れ替えるだけで実現できる。

【0030】

【発明の効果】本発明によれば、アルゴリズムの切替えを、誤差の絶対値の最大値または総和という簡単な評価関数を使用して行うことができる。このため、簡単な構成で大きな歪みから小さな歪みまで除去することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の全体の実施例を示すブロック図である。

【図2】図1の評価手段の一構成例を示すブロック図である。

【図3】図1の評価手段の一構成例を示すブロック図である。

【図4】歪みが大きい場合の信号点配置図である。

【図5】歪みが小さい場合の信号点配置図である。

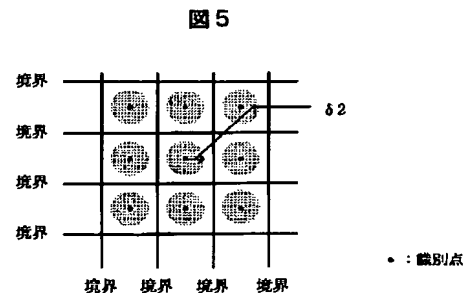
【図6】64値QAMの場合の誤差の絶対値の最大値に対する誤差の絶対値の総和を計算した結果を示す図である。

【図7】図1の制御手段を、ソフトウェアで実現する場合の処理の流れを示すフローチャートである。

【符号の説明】

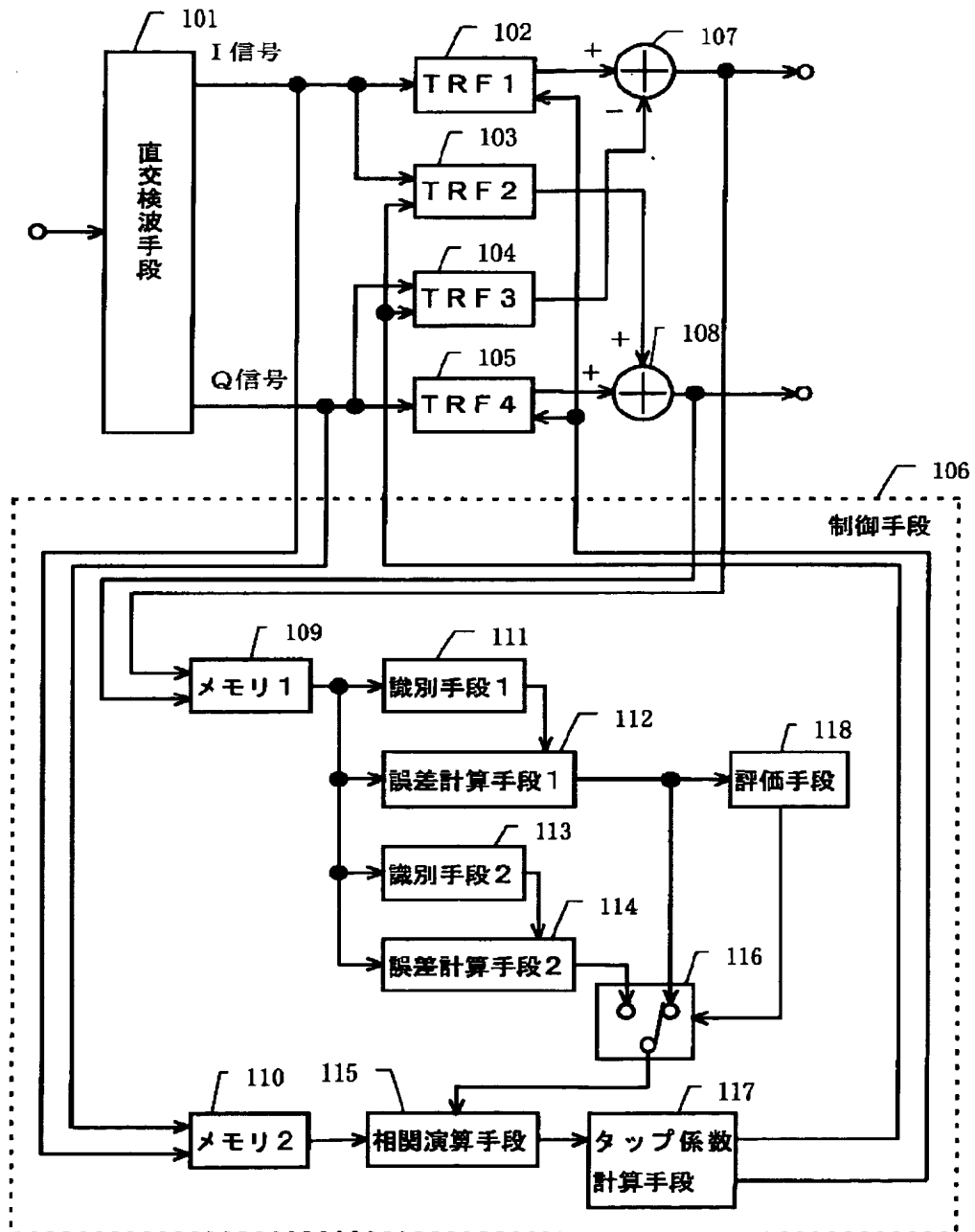
101…直交検波手段、102、103、104、105…トランスバーサルフィルタ、106…制御手段、107、108、302…加算器、109、110…メモリ、111…識別手段1、112…誤差計算手段1、113…識別手段2、114…誤差計算手段2、115…相関演算手段、116…切換器、117…タップ係数計算手段、118…評価手段、201、301は絶対値変換手段、202…比較手段、203、303…記憶手段、204、304…条件判断手段。

【図5】



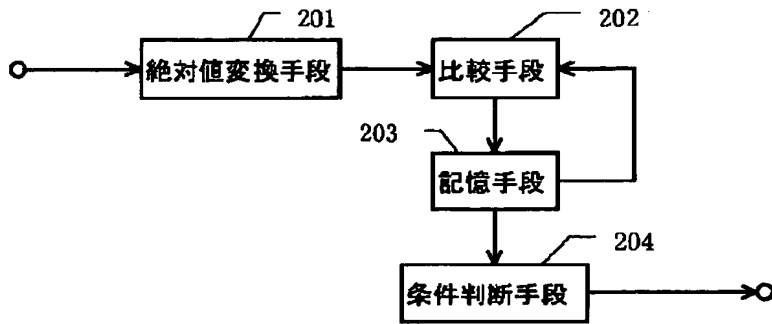
【図1】

図1



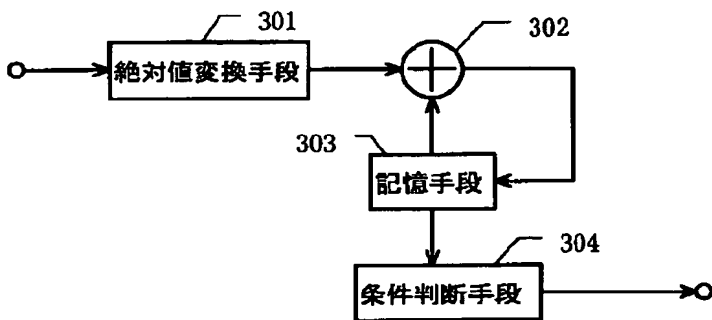
【図 2】

図 2



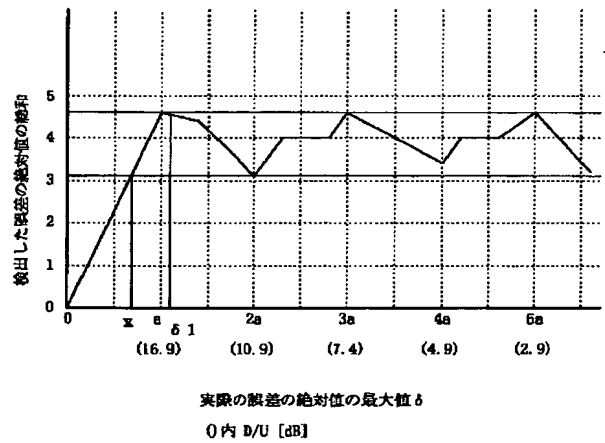
【図 3】

図 3



【図 6】

図 6



(72)発明者 野田 勉
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式
会社日立製作所マルチメディアシステム開
発本部内